

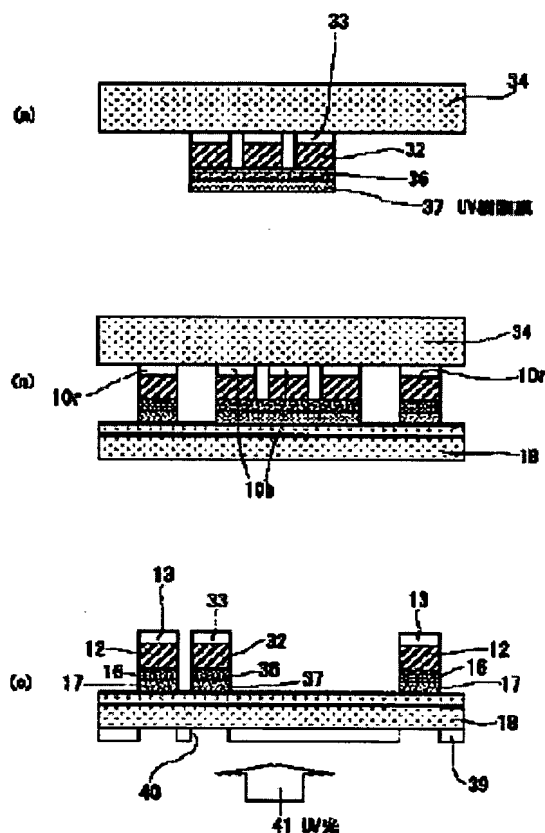
TRANSFER METHOD OF ELEMENT, SEMICONDUCTOR DEVICE AND IMAGE DISPLAY DEVICE

Publication number: JP2002198569
Publication date: 2002-07-12
Inventor: NATORI TAKEHISA
Applicant: SONY CORP
Classification:
 - International: **H01L33/00; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00**
 - european:
Application number: JP20000396206 20001226
Priority number(s): JP20000396206 20001226

Report a data error here

Abstract of JP2002198569

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transfer method of an element wherein alignment precision is not damaged after transfer and yield of transfer is not deteriorated in the case that elements which are subjected to fine work are transferred, a semiconductor device and a method for manufacturing an image display device. **SOLUTION:** A second substrate 34 having a second element group wherein regions corresponding to positions of first elements are eliminated sparsely is overlapped on a first substrate 18 wherein the first elements of a first element group is separated from each other, and second elements of the second element group are transferred on the first substrate 18 selectively. Since transfer is performed in the state that the regions are eliminated sparsely, transfer is enabled by making the substrates approach each other to the utmost.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一素子群の第一素子が離間して存在する第一基板上に、前記第一素子の存在する位置に対応した領域が間引かれてなる第二素子群を有する第二基板を合わせて、前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写することを特徴とする素子の転写方法。

【請求項2】 前記第二素子は転写時に素子間が水溶性樹脂で充填されていることを特徴とする請求項1記載の素子の転写方法。

【請求項3】 前記第二素子の選択的な転写は前記第二素子の前記第一基板側に塗布された光硬化型接着層に選択的に光を照射することで行われることを特徴とする請求項1記載の素子の転写方法。

【請求項4】 前記第一素子群の前記第一素子が離間して存在する状態は、前記第一素子群の第一素子を形成した素子形成基板上から前記第一基板上に前記第一素子を離間して転写することで形成されてなることを特徴とする請求項1記載の素子の転写方法。

【請求項5】 前記第一素子及び前記第二素子は転写時に素子間が水溶性樹脂で充填されていることを特徴とする請求項4記載の素子の転写方法。

【請求項6】 前記第一素子及び前記第二素子の少なくとも一方は、窒化物半導体材料によって形成され、且つ前記第一基板若しくは前記素子形成基板を介したパルスビームの照射によって剥離されることを特徴とする請求項4記載の素子の転写方法。

【請求項7】 前記第一素子の転写は前記第一素子の前記第一基板側に塗布された光硬化型接着層に選択的に光を照射することで行われることを特徴とする請求項4記載の素子の転写方法。

【請求項8】 第一素子群の第一素子が所定の間隔で並んで配設される第一基板上に、前記所定の間隔で第二素子群の各素子が形成された素子形成部と該第二素子群の各素子が形成されない非素子形成部が繰り返して設けられた第二基板を合わせて、前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写することを特徴とする素子の転写方法。

【請求項9】 前記第二素子は転写時に素子間及び非素子形成部に水溶性樹脂で充填されていることを特徴とする請求項8記載の素子の転写方法。

【請求項10】 前記第二素子の選択的な転写は前記第二素子の前記第一基板側に塗布された光硬化型接着層に選択的に光を照射することで行われることを特徴とする請求項9記載の素子の転写方法。

【請求項11】 前記第一素子群の前記第一素子が離間して存在する状態は、前記第一素子群の第一素子を形成した素子形成基板上から前記第一基板上に前記第一素子を離間して転写することで形成されてなることを特徴とする請求項8記載の素子の転写方法。

【請求項12】 前記第一素子及び前記第二素子は転写

時に素子間が水溶性樹脂で充填されていることを特徴とする請求項11記載の素子の転写方法。

【請求項13】 前記第一素子及び前記第二素子の少なくとも一方は、窒化物半導体材料によって形成され、且つ前記第一基板若しくは前記素子形成基板を介したパルスビームを照射することで剥離されることを特徴とする請求項11記載の素子の転写方法。

【請求項14】 前記第一素子の転写は前記第一素子の前記第一基板側に塗布された光硬化型接着層に選択的に光を照射することで行われることを特徴とする請求項11記載の素子の転写方法。

【請求項15】 基板上に前記第二素子群の第二素子を密に形成し、他の基板との間に前記第二素子群の第二素子を挟み、前記所定の間隔で前記素子形成部と前記非素子形成部が繰り返すように前記第二素子群の各第二素子を振り分けることを特徴とする請求項8記載の素子の転写方法。

【請求項16】 前記所定の間隔は画素の配列ピッチであることを特徴とする請求項8記載の素子の転写方法。

【請求項17】 第一素子群の第一素子が離間して存在し且つ光吸収発熱膜及び熱硬化型接着膜が形成された第一基板上に、前記第一素子の存在する位置に対応した領域が間引かれてなる第二素子群を有する第二基板を合わせ、前記第二素子群の第二素子近傍の前記光吸収発熱膜に光を照射することで前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写することを特徴とする素子の転写方法。

【請求項18】 第一素子群の第一素子が離間して存在する第一基板上に、前記第一素子の存在する位置に対応した領域が間引かれてなる第二素子群を有する第二基板を合わせて、前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写して各素子を配列させてなることを特徴とする半導体装置。

【請求項19】 前記素子は発光素子、画素制御素子、液晶制御素子、光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微小光学素子から選ばれた素子若しくはその部分であることを特徴とする請求項18記載の半導体装置。

【請求項20】 第一素子群の第一素子が離間して存在する第一基板上に、前記第一素子の存在する位置に対応した領域が間引かれてなる第二素子群を有する第二基板を合わせて、前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写して各素子を配列させてなり、前記各素子は半導体発光素子であり、前記第一素子と前記第二素子は互いに発光波長が異なることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体発光素子など

の素子を基板上などに選択的に転写する素子の転写方法、半導体装置及び画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、素子をマトリクス状に配列して画像表示装置に組み上げる場合には、液晶表示装置（LCD：Liquid Crystal Display）やプラズマディスプレイパネル（PDP：Plasma Display Panel）のように基板上に素子を形成するか、或いは発光ダイオードディスプレイ（LEDディスプレイ）のように単体のLEDパッケージを配列することが行われている。従来のLCD、PDPの如き画像表示装置においては、素子や画素のピッチとその製造プロセスに関し、素子分離ができないために製造プロセスの当初から各素子はその画像表示装置の画素ピッチだけ間隔を空けて形成することが通常行われている。また、例えば特開平11-26733号公報に記載される液晶表示装置においては、液晶制御素子としての薄膜デバイスの製造時に使用した基板と製品の実装時に使用する基板とを異ならせ、実装時に使用する基板に対して薄膜デバイスを転写することが行われている。

【0003】一方LEDディスプレイの場合にはLEDチップをダイシング後に取り出し、個別にワイヤーボンドもしくはフリップチップによるバンプ接続により外部電極に接続し、パッケージ化されることが行われている。この場合、パッケージ化の前もしくは後に画像表示装置としての画素ピッチに配列されるが、この画素ピッチは素子形成時の素子のピッチとは無関係とされる。例えば発光ダイオードを表示素子とする画像表示装置には屋外用と屋内用があり、屋外用はφ3～5mm足付き砲弾型で画素（赤・緑・青色半導体チップ数組）ピッチ10mm以上、屋内用は数mm角表面実装型あるいはCOB（半導体チップを基板に直接取り付け）で画素ピッチ2.5mm以上8mm以下である。半導体チップは通常0.3mm角なので、赤・緑・青色半導体発光素子チップをデルタ配列しても画素ピッチ1mm以下にする事は困難である。また画像表示装置価格中に占める半導体チップ価格の割合が高いため、総画素数が同じなら画面が小さくなくても価格はあまり下がらず割高感が強い。また半導体チップ寸法を小さくすると小画素ピッチが可能となり価格も下げられる可能性が出てくる。しかし半導体チップ取り扱いジグの真空チャック穴径も小さくしなければならず作成が難しくなるなど価格を上げる要因もある。

【0004】そこで各素子を集積度高く形成し、各素子を広い領域に転写などによって離間させながら移動させ、画像表示装置などの比較的大きな表示装置を構成する技術があり、例えば特開昭56-17385号公報に記載される発光ダイオードを用いたディスプレイ装置の製造方法や、米国特許No. 5438241に記載される薄膜転写法や、特開平11-142878号に記載される表示用トランジスタアレイパネルの形成方法などの技

術が知られている。

【0005】特開昭56-17385号公報に記載される発光ダイオードを用いたディスプレイ装置の製造方法では、ダイシング前のLEDウエーハが第1の粘着シートに貼り付けられ、同シート上でダイシングが行われ、ダイシングされたLEDペレットが第2の粘着シートへ一括転写される。ダイシングされたLEDペレットの中、配線基板へ転写したいLEDペレットのみに選択的に導電ペーストをスクリーン印刷法により塗布する。第2粘着シートごとLEDペレットを基板の電極の位置に合わせて貼り合わせ、選択的に固着させて剥離する。R、G、Bの発光波長の異なるLEDペレットが順次選択転写する。

【0006】米国特許No. 5438241では基板上に密に形成した素子が粗に配置し直される転写方法が開示されており、接着剤付きの伸縮性基板に素子を転写した後、各素子の間隔と位置をモニターしながら伸縮性基板がX方向とY方向に伸張される。そして伸張された基板上の各素子が所要のディスプレイパネル上に転写される。また、特開平11-142878号に記載される技術では、第1の基板上の液晶表示部を構成する薄膜トランジスタが第2の基板上に全体転写され、次にその第2の基板から選択的に画素ピッチに対応する第3の基板に転写する技術が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが前述のような技術では、次のような問題が生ずる。先ず、LEDペレットに対して選択的に導電ペーストをスクリーン印刷法により塗布する特開昭56-17385号公報に記載される技術では、LEDペレットの如き比較的大きな素子に対しては有効であるが、現在の100μm以下程度で15μmから25μm程度の素子サイズの微小な発光デバイス等に対してはスクリーン印刷の位置ずれが大きく、適用自体非常に困難である。

【0008】また、米国特許No. 5438241に記載の基板上に密に形成したデバイスを粗に配置し直す転写方法では、伸縮性基板の伸長時の不動点（支点）がデバイスチップの接着面のどの位置になるかによって、デバイス位置が最小でチップサイズ（≧20μm）だけずれるという本質的な問題を抱えている。そのために、デバイスチップ毎の精密位置制御が不可欠になる。したがって、少なくとも1μm程度の位置合わせ精度が必要な高精細TFTアレイパネルの形成には、TFTデバイスチップ毎の位置計測と制御を含む位置合わせに多大な時間を要する。さらに、熱膨張係数の大きな樹脂フィルムへの転写の場合には、位置決め前後の温度/応力変動によって位置合わせ精度が損なわれ易い。以上の理由から、量産技術として採用することには極めて大きな問題がある。

【0009】また、特開平11-142878号に記載される技術では、転写対象の薄膜トランジスタ素子の部

分に選択的に紫外線が選択的に照射され、薄膜トランジスタ素子と転写元基板の間に形成されたUV剥離樹脂の接着力を低下させることが行われている。ところが、紫外線の照射によってUV剥離樹脂の接着力が低下するには時間がかかり、プロセス上のスループットの低下を招き、また、十分は接着力の低下が得られないときには、転写の歩留まりも低下してしまうことになる。

【0010】そこで、本発明は微細加工された素子を転写する際に、転写後も位置合わせ精度が損なわれることもなく、転写の歩留まりも低下しないような素子の転写方法、半導体装置及び画像表示装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の素子の転写方法は、第一素子群の第一素子が離間して存在する第一基板上に、前記第一素子の存在する位置に対応した領域が間引かれてなる第二素子群を有する第二基板を合わせて、前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写することを特徴とする。

【0012】基板同士を合わせたかたちで転写をすることで、素子を基板間で転写する場合の位置ずれを最小限に抑えることができ、前記第一素子の存在する位置に対応した領域が間引かれてなる第二素子群を有する第二基板を第一基板に合わせた場合では、基板同士を合わせたときでも、第一素子群の第一素子と第二素子群の第二素子が当接することがなくなり、基板同士を最も接近させて合わせることができ、位置合わせ精度を向上できる。

【0013】本発明の他の素子の転写方法は、第一素子群の第一素子が所定の間隔で並んで配設される第一基板上に、前記所定の間隔で第二素子群の各素子が形成された素子形成部と該第二素子群の各素子が形成されない非素子形成部が繰り返し設けられた第二基板を合わせて、前記第二素子群の第二素子を選択的に前記第一基板上に転写することを特徴とする。

【0014】素子形成部と非素子形成部が繰り返し設けられた第二基板を用いることで、第一基板と第二基板を合わせた時に、非素子形成部に第一素子群の第一素子が位置するようにすることができ、第一素子群の第一素子と第二素子群の第二素子が当接することがなくなり、基板同士を最も接近させて位置合わせ精度を向上できる。

【0015】また、このような本発明の素子の転写方法を用いて半導体装置や画像表示装置を構成することができ、本発明としてこれらの半導体装置や画像表示装置をも含むものとしている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本実施形態の素子の転写方法について説明する。本実施形態は素子として、赤色発光の発光ダイオードを第一素子とし、緑色発光の発光ダイオードを第二素子として基板上に形成して画像表示装置を形成する例である。初めに図

1の(a)から図2の(f)を参照して、第一素子である赤色発光の発光ダイオードの転写工程について説明し、次に図3の(g)から図5の(m)を参照して、第二素子である緑色発光の発光ダイオードの形成工程について説明するが、第一素子と第二素子は平行して作成できるため、第一基板に転写する前の第二素子の方を予め作成しておくことも可能である。

【0017】まず、図1の(a)に示すように、素子形成基板としてのGaAs基板11上に発光ダイオード層12が形成され、この発光ダイオード層12の上に電極膜としてのAu膜13が蒸着法などによって形成される。発光ダイオード層12には例えばGaAs層を積層方向にAlGaAs層で挟んだダブルヘテロ構造が形成され、Au膜13が例えば反射電極膜として用いられる。

【0018】次に、図1の(b)に示すように、GaAs基板11上に形成された発光ダイオード層12及びAu膜13がダイシングによって素子ごとに分離される。この素子分離は一面に形成された発光ダイオード層12及びAu膜13を素子毎に分割するためのものである。ダイシングの溝12gは縦横に複数の線からなるものとされ、このダイシングによって各赤色の発光ダイオードの各素子はマトリクス状に配列された状態でGaAs基板11上に並ぶことになる。

【0019】続いて、図1の(c)に示すように、ダイシング後のGaAs基板11上の各素子は一括して一時保持用基板14に転写される。一時保持用基板14の代わりに一時保持用の粘着フィルムを使用しても良い。この時、各素子は全面一括して転写されるため、GaAs基板11と発光ダイオード層12の間に、レーザー照射によってレーザーアブレーションを発生させるような薄い材料層を形成しておくことができる。また、一括転写のため、エッチングによって素子を剥離しても良い。このような一時保持用基板14への一括転写の後、電氣的短絡を防止する目的で水溶性樹脂としてPVA(ポリビニルアルコール)膜15を塗布し、PVA膜15を各素子の間のダイシングの溝12gに充填する。

【0020】図2の(d)に示すように、PVA膜15を充填した後、全面にAu膜16が形成される。このAu膜16は光透過電極として用いられる膜である。Au膜16の形成後、図2の(e)に示すように、さらにAu膜16の表面に紫外線硬化型樹脂膜17が全面に塗布される。この紫外線硬化型樹脂膜17は、紫外線の照射部分が硬化するタイプの樹脂であり、紫外線照射によるエネルギーで架橋反応を主たる反応としながら硬化する接着剤層である。

【0021】続いて、紫外線硬化型樹脂膜17が未だ未硬化である状態で、第一基板としての回路基板18に一時保持用基板14ごと貼り合わせられる。回路基板18は光透過型の基板であり、回路基板18の底部には画素

ピッチ間隔Gp（例えば1mm間隔）で開口部20を形成しているマスク層19が形成される。このマスク層19の形成は、例えば蒸着などでアルミニウムなどの金属膜を形成し、フォトリソグラフィ技術によって開口部20を形成すれば良い。映り込みやコントラスト比向上のため、表面は黒色化することが望ましく、例えば黒クロム膜や微粒子カーボンを含有する膜を形成しても良い。

【0022】次に回路基板18の底面側からマスク層19を介して紫外線21を照射して、紫外線硬化型樹脂膜17を選択的に硬化させる。すると、紫外線が照射された領域にかかる素子が回路基板18に固着されることになり、その他の紫外線が照射されていない領域の素子は一時保持用基板14に残される。その結果、図2の（f）に示すように、マスク層19の開口部20の位置を反映して、素子が離間して回路基板18に固着され、第一素子である赤色発光ダイオードは回路基板18に転写される。

【0023】図3の（g）から図5の（m）は第二素子の形成工程であり、以下、図3の（g）から図5の（m）を参照して第二素子としての緑色発光の発光ダイオードを基板上に形成する例について説明する。この第二素子の形成工程は第一素子の形成と平行して形成されていても良く、先に第二素子を形成しておくことも可能である。

【0024】図3の（g）に示すように、まず、サファイヤ基板31上に発光ダイオード層32が形成される。この発光ダイオード層32はGa₂N系の窒化物半導体材料によって形成され、一例として積層方向でInGa₂N層をGa₂N層で挟んだダブルヘテロ構造を有する。この発光ダイオード層32によって形成される発光ダイオードは、緑色の発光波長のダイオードであり、前述の発光ダイオード層12の赤色発光とは異なる発光波長を有する。この発光ダイオード層32上にはAu膜33が形成される。このAu膜33は電極膜として形成される膜であり、その形成には例えば蒸着法などが用いられる。

【0025】続いて、図3の（h）に示すように、GaAs基板31上に形成された発光ダイオード層32及びAu膜33がダイシングによって素子ごとに分離される。この素子分離は一面に形成された発光ダイオード層32及びAu膜33を素子毎に分割するためのものである。ダイシングの溝32gは縦横に複数の線からなるものとされ、このダイシングによって各緑色の発光ダイオードの各素子はマトリクス状に配列された状態でサファイヤ基板31上に並ぶことになる。

【0026】次に、サファイヤ基板31の裏面側から、エキシマレーザーを照射して、レーザーアブレーションによって発光ダイオード層32とサファイヤ基板31を分離する。このエキシマレーザーの照射は、全面を照射して全部の素子を一旦剥離するようにすることもでき、

選択的に照射して選択的に素子を剥離するようにすることもできる。レーザーアブレーションとは、照射光を吸収した固定材料が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することをいい、主に固定材料の全部または一部が溶融、蒸発、気化などの相変化を生じる現象として現れる。このレーザーアブレーションによって、選択対象となる発光ダイオード層32とサファイヤ基板31の間ではGa₂N系材料が金属のGaと窒素に分解してガスが発生する。このため発光ダイオード層32は既にダイシングされており各素子ごとの比較的簡単に剥離できる。照射されるレーザー光としては、特に短波長域で高出力であることから、エキシマレーザーを用いることが好ましく、瞬時での処理が可能である。また、その他の照射されるレーザー光としては、紫外線パルスレーザーや青色パルスレーザーなどの高エネルギーレーザーを使用することも可能である。

【0027】図3の（i）に示すように、各素子が形成された素子形成部32dと各素子が形成されない非素子形成部32nとが画素ピッチ間隔Gpに相当する距離で繰り返し設けられた状態、すなわち第二素子群の間引き状態となるように一時保持用基板34に各素子を転写する。この時、およそ半分の素子が一時保持用基板34に転写されることで、素子形成部32dと非素子形成部32nとが繰り返し設けられた素子の間引き状態が一時保持用基板34上に形成される。およそ半分の素子の転写の例として、平面的には例えば市松模様状に素子形成部32dと非素子形成部32nとが繰り返し設けられたパターンとすることもでき、このような市松模様状に素子形成部32dと非素子形成部32nとが繰り返し設けられたパターンを形成した場合では、もう一つ同じ市松模様状のパターンがサファイヤ基板31に残される。引き続きサファイヤ基板31に残された同じ市松模様状のパターン各素子を転写することで、同じ素子の間引き状態を有するもう1つの一時保持用基板34が作成されることになる。すなわち、この残りを転写して形成される間引き状態は全面一括転写で良いことから、その作成はマスクのアライメントなどが不用であり、製造上も負担が小さく作成し易いという利点がある。一時保持用基板34の代わりに一時保持用の粘着フィルムなどを使用しても良い。

【0028】この第二素子である発光ダイオード層32の分割パターンとしては、前述の市松模様の他、ストライプ状のパターンや反転パターンが繰り返す他のパターンであっても良い。また、素子の分割も2分割に限定されず、3分割や更に多くの分割を行うようにしても良い。すなわち、素子の形成されない非素子形成部に、第一素子である赤色発光の発光ダイオードが位置するように素子形成部と非素子形成部とが繰り返し設けられたパターンを形成すれば良く、特にパターンの形状としては

任意のものを選ぶことができる。前述のように、サファイヤ基板31からの各素子の分離はレーザーアブレーションを用いることができるため、選択的な照射で順次サファイヤ基板31から各素子を分離して転写していくことも可能であり、一旦サファイヤ基板31の裏面から全面にエキシマレーザーを照射して全部の素子を剥離後、順に一時保持用基板34に保持していくようにしても良い。

【0029】次に、図4の(j)に示すように、一時保持用基板34の全面に、電気的短絡を防止する目的で水溶性樹脂としてPVA(ポリビニルアルコール)膜35を塗布し、PVA膜35を各素子の間のダイシングの溝32gに充填すると共に、非素子形成部32nの部分にもPVA膜35を充填する。このようなPVA膜35の充填によって、素子の位置ずれが発生するのが防止され、確実な位置への素子の転写が行われる。

【0030】図4の(k)に示すように、PVA膜35を充填した後、全面にAu膜36が形成される。このAu膜36も電極として用いられる膜である。Au膜36の形成後、図4の(l)に示すように、充填しているPVA膜35を水で洗浄して除去する。この時、非素子形成部32nでは、水で水溶性のPVA膜35が洗い流されてしまい、その結果として素子形成部32dだけに発光ダイオード層32とその表面のAu膜36が残される。また、非素子形成部32nでは一時保持用基板34の表面が露呈する。

【0031】次に、図5の(m)に示すように、さらにAu膜36の表面に紫外線硬化型樹脂膜37が全面に塗布される。この紫外線硬化型樹脂膜37は、紫外線の照射部分が硬化するタイプの樹脂であり、紫外線照射によるエネルギーで架橋反応を主たる反応としながら硬化する接着剤層である。

【0032】紫外線硬化型樹脂膜37の塗布後、図5の(n)に示すように、第二素子である緑色発光の発光ダイオードが形成された一時保持用基板34と、図2の(f)に示した回路基板18を貼り合わせる。ここで一時保持用基板34は既に非素子形成部32nには素子が形成されていない間引き状態を呈しているため、赤色発光の発光ダイオード10rと緑色発光の発光ダイオード10bが当接することがなくなり、基板34、18同士を最も接近させて合わせることができ、位置合わせ精度が向上される。

【0033】このように基板34、18が貼り合わせられた状態から、回路基板18の裏面側に画素ピッチ間隔Gp(例えば1mm間隔)で開口部40を形成しているマスク層39が形成される。このマスク層39の形成は、例えば蒸着などでアルミニウムなどの金属膜を形成し、フォトリソグラフィ技術によって開口部40を形成すれば良い。

【0034】次に回路基板18の底面側からマスク層3

9の開口部40を介して紫外線41を照射して、紫外線硬化型樹脂膜37を選択的に硬化させる。すると、紫外線が照射された領域にかかる素子が回路基板18に固着されることになり、その他のマスク層39で遮光されて紫外線が照射されていない領域の素子は一時保持用基板34に残される。その結果、図5の(o)に示すように、マスク層39の開口部40の位置を反映して、素子が離間して回路基板18に固着され、第二素子である緑色発光ダイオードは回路基板18に転写される。一時保持用基板34は素子の選択転写後に、回路基板18から剥がされるが、未だ一時保持用基板34上には素子が残存するため、他の回路基板に対して再度使用することができる。

【0035】続いて、同様の工程を青色発光の発光ダイオードを転写対象とする基板を用意し、図3の(g)から図5の(m)の工程と同様の工程により、同じ回路基板18に青色発光の発光ダイオードを転写する。この青色発光の発光ダイオードの形成工程は赤色発光、緑色発光の発光ダイオードの形成と平行して形成されていても良く、先に青色発光の発光ダイオードを形成しておくことも可能である。また、さらに他の素子として、各発光ダイオードの駆動用トランジスタ及びその他の素子を同様の転写方法によって同じ回路基板18上に転写する。赤色発光、緑色発光、青色発光の各発光ダイオード、駆動用トランジスタ及びその他の素子を転写した後、不要樹脂の除去、保護膜の形成、所要のビアホール穴の穴あけ、配線層の形成などを行って画像表示装置を完成する。素子は転写直後は電気的に独立しており、配線は素子の形成後になる。なお、以上の工程は、回路基板18側から画面を見る場合であり、反対側に画面を形成する場合には転写をもう1回行えば良い。この場合、透過電極と反射電極も逆にされる。

【0036】図6と図7は上述の如き間引き転写を行う場合の平面図であり、図6が間引き転写前の状態であり、図7が転写をした後の平面図である。図6に示すように、マトリクス状に発光ダイオードLED01、LED11、LED21、LED31、LED41、…、LED501、…、LED1001、…が形成されている。このようにマトリクス状に配列された発光ダイオードは、図6の網かけ部分が非素子形成領域A0であり、網かけのない領域が素子形成領域A1であって、非素子形成領域A0と素子形成領域A1とが繰り返す市松模様状になっている。非素子形成領域A0と素子形成領域A1は素子数でそれぞれ5×5の小マトリクス状になっている。このような市松模様の非素子形成領域A0と素子形成領域A1のパターンによって第二素子群の間引き状態が形成され、特に市松模様の場合、縦方向若しくは横方向に1コマ分ずらすことで完全に同じ位置に非素子形成領域A0と素子形成領域A1が位置することになる。このため市松模様に素子を分割することで、同じパター

ンの間引き状態となっている転写元基板が2つ形成されることになる。従って、一方の転写元基板の市松模様の非素子形成領域A0は、他方の転写元基板の市松模様の素子形成領域A1を構成する。

【0037】図7は間引き転写の後の状態を示す図である。この間引き転写の後のパターンについて説明すると、発光ダイオードLED01、LED11、LED21、LED31…、LED501、…、LED1001、…、が離間するように配置され、その間隔は水平方向に L_1 で垂直方向に H_1 となっており、前述の市松模様を反映しているために、 L_1 と H_1 はその値が等しいものとなっている。発光ダイオードLED01、LED11、LED21、LED31、…は、市松模様の素子形成領域A1にそれぞれ存在する発光ダイオードであり、素子形成領域A1からの選択転写によって形成されるように構成されている。この転写の際には、非素子形成領域A0に他の素子B1が存在していても良く、非素子形成領域A0には転写時に素子が存在しないため、素子B1と発光ダイオードLEDがぶつかることはなく、転写元の基板と転写先の基板を最も接近させて転写することができる。

【0038】図8は素子の転写の際に紫外線硬化型樹脂膜の代わりに熱硬化型樹脂膜52を形成した例である。この図8は前述の素子の転写方法における図2の(f)に対応した図面であり、回路基板51の裏面に形成されたマスク層56の開口部57を介して赤外線58の照射が行われる。開口部57は選択的に転写される発光ダイオード55の底部で開口しており、赤外線を回路基板51を透過して入射させる。回路基板51は石英ガラス基板などの光透過性基板である。回路基板51上には、未硬化状態の熱硬化型樹脂膜52が形成されており、その上に赤外線58の照射前の段階では発光ダイオード55が被着している。

【0039】この未硬化状態の熱硬化型樹脂膜52の近傍には、配線膜54と黒クロム膜53が積層されている。黒クロム膜53が回路基板51上に直接形成され、配線膜54がその上に形成されている。黒クロム膜53は光吸収発熱膜として機能する膜であり、赤外線を吸収して温度が上昇する。配線膜54は発光ダイオード55に供給する信号線として機能する。黒クロム膜53は光を吸収して温度が上昇するため、その周囲の熱硬化型樹脂膜52は、選択的な赤外線照射によって硬化し、近くに位置する発光ダイオード55を固着する。従って、選択的な赤外線照射を受けない部分の発光ダイオードは転写元の基板に残されたままとなり、赤外線照射を受けた部分の発光ダイオードが選択的に転写される。光吸収発熱膜として機能する膜は黒クロム膜に限らず、カーボン膜などであっても良い。また、黒クロム膜やカーボン膜は画像表示装置を構成した場合にシャドウマスクとしても機能し、コントラストの向上に寄与する。

【0040】なお、紫外線硬化型樹脂膜の代わりに熱硬化型樹脂膜を形成し、黒クロム膜などの光吸収発熱膜を利用して選択的に硬化させる工程は、赤色発光ダイオードの選択転写工程に限定されず、緑色発光ダイオードの選択転写工程や、青色発光ダイオードの選択転写工程にも適用できるものである。

【0041】また、上述の実施形態では、転写にかかる素子として、発光ダイオードの例について説明したが、素子は発光ダイオードに限定されず、他のレーザー素子などの発光素子や、画素制御素子、液晶制御素子、光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微小光学素子などであっても良い。

【0042】

【発明の効果】上述のように、本発明の素子の転写方法によれば、基板同士を合わせて転写をする際に第一素子の存在する位置に対応した領域の第二素子が間引かれた状態で転写が行われるため、基板同士を合わせたときでも第一素子群の第一素子と第二素子群の第二素子が当接することがなくなり、基板同士を最も接近させて合わせることができ、従って位置合わせ精度を高くすることができる。

【0043】また、選択的な転写はUV硬化や光照射に起因する熱硬化によって進めることができ、短時間での処理が可能であると共に、さらに位置精度を高めて歩留まりの向上を図ることができる。また、第二素子の分割時には、同じ非素子形成領域と素子形成領域のパターンを有する転写元基板を容易に2つ作成することができ、製造プロセスのコストを下げることが実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の素子の転写方法の一実施形態の工程断面図であって、(a)はAu膜の形成工程までの工程断面図であり、(b)はダイシング工程までの工程断面図であり、(c)はPVA膜の形成工程までの工程断面図である。

【図2】前記一実施形態の工程断面図であって、(d)はAu膜の形成工程までの工程断面図であり、(e)は紫外線硬化型樹脂膜の形成工程までの工程断面図であり、(f)は選択的な紫外線照射工程までの工程断面図である。

【図3】前記一実施形態の工程断面図であって、(g)は第二素子側のAu膜の形成工程までの工程断面図であり、(h)は第二素子側のダイシング工程までの工程断面図であり、(i)は第二素子側の一時保持用基板への分割工程までの工程断面図である。

【図4】前記一実施形態の工程断面図であって、(j)はPVA膜の形成工程までの工程断面図であり、(k)はAu膜の形成工程までの工程断面図であり、(l)はPVA膜の除去工程までの工程断面図である。

【図5】前記一実施形態の工程断面図であって、(m)

は紫外線硬化型樹脂膜の形成工程までの工程断面図であり、(n)は基板同士の貼り合わせ工程までの工程断面図であり、(o)は選択的な紫外線照射工程までの工程断面図である。

【図6】本発明の素子の転写方法の一実施形態における間引き転写前の素子の状態を示す平面図である。

【図7】本発明の素子の転写方法の一実施形態における間引き転写後の素子の状態を示す平面図である。

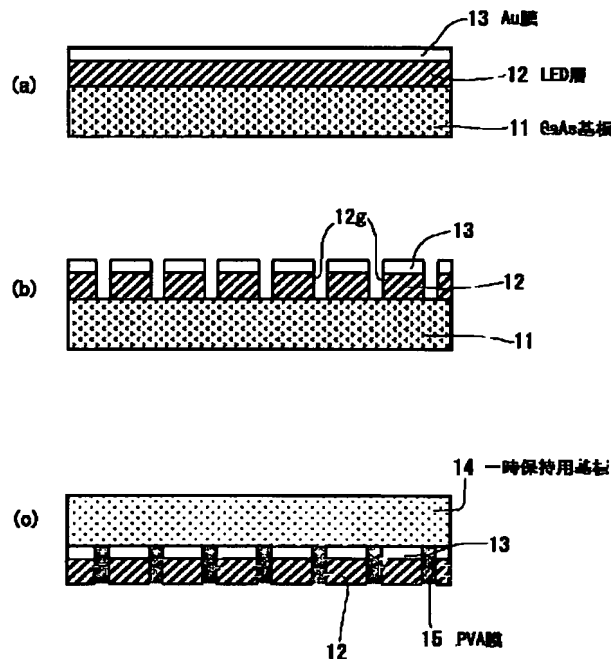
【図8】本発明の素子の転写方法の変形例の工程断面図であり、熱硬化型樹脂膜を選択的に硬化させているところの工程断面図である。

【符号の説明】

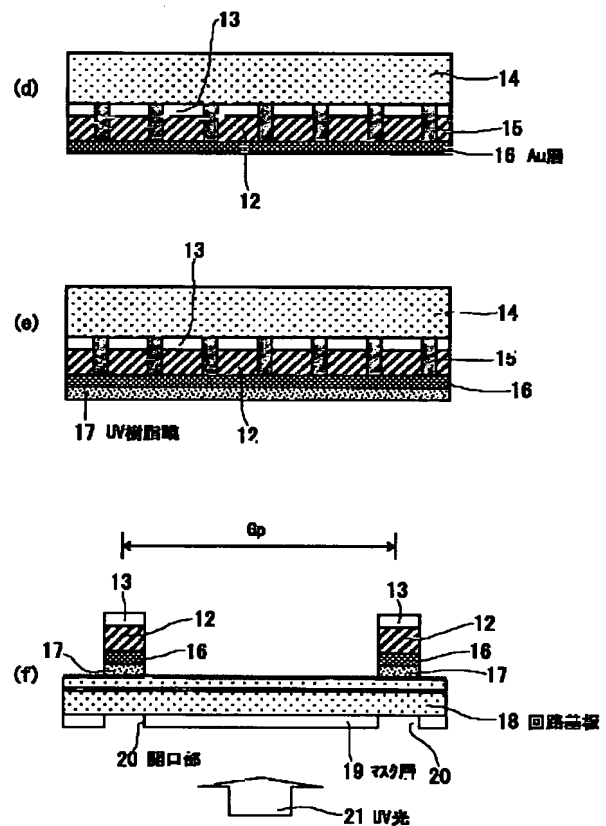
- 11 GaAs基板
12 発光ダイオード層

- 14 一時保持用基板
15 PVA膜
18 回路基板
19 マスク層
20 開口部
31 サファイヤ基板
32 発光ダイオード層
34 一時保持用基板
35 PVA膜
37 紫外線硬化型樹脂膜
40 開口部
41 紫外線
A0 非素子形成領域
A1 素子形成領域

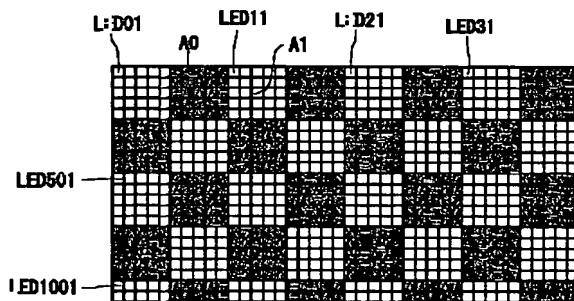
【図1】



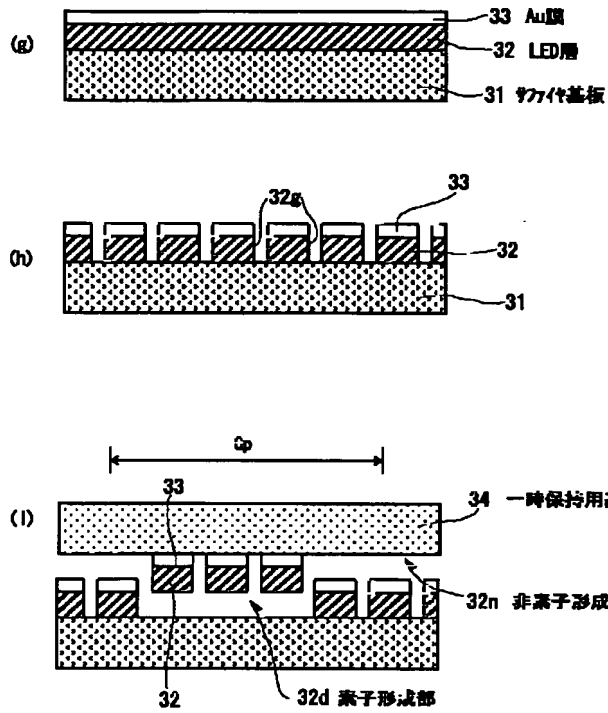
【図2】



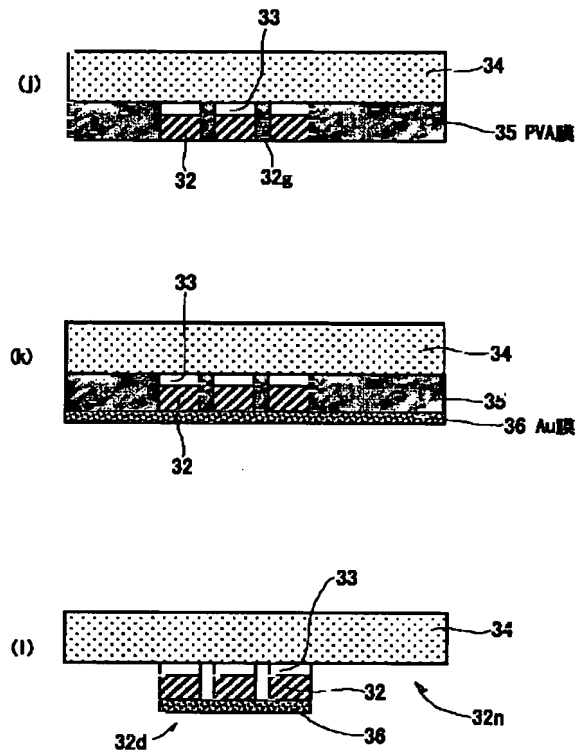
【図6】



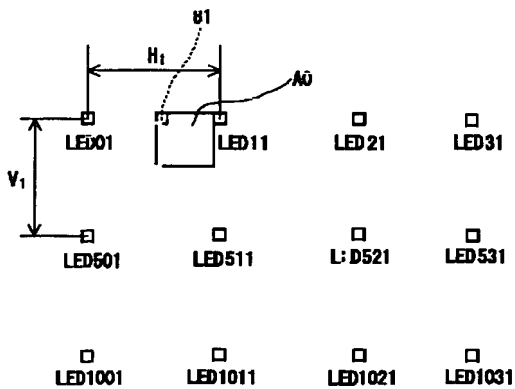
【図3】



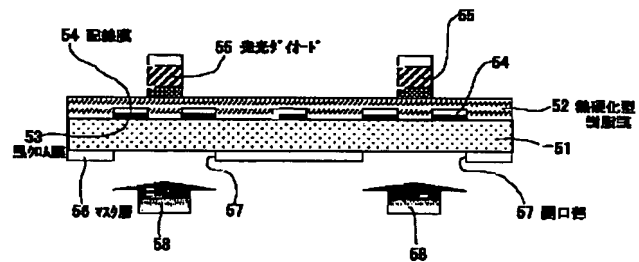
【図4】



【図7】



【図8】



【図5】

